# METODOS DE TRANSPORTE

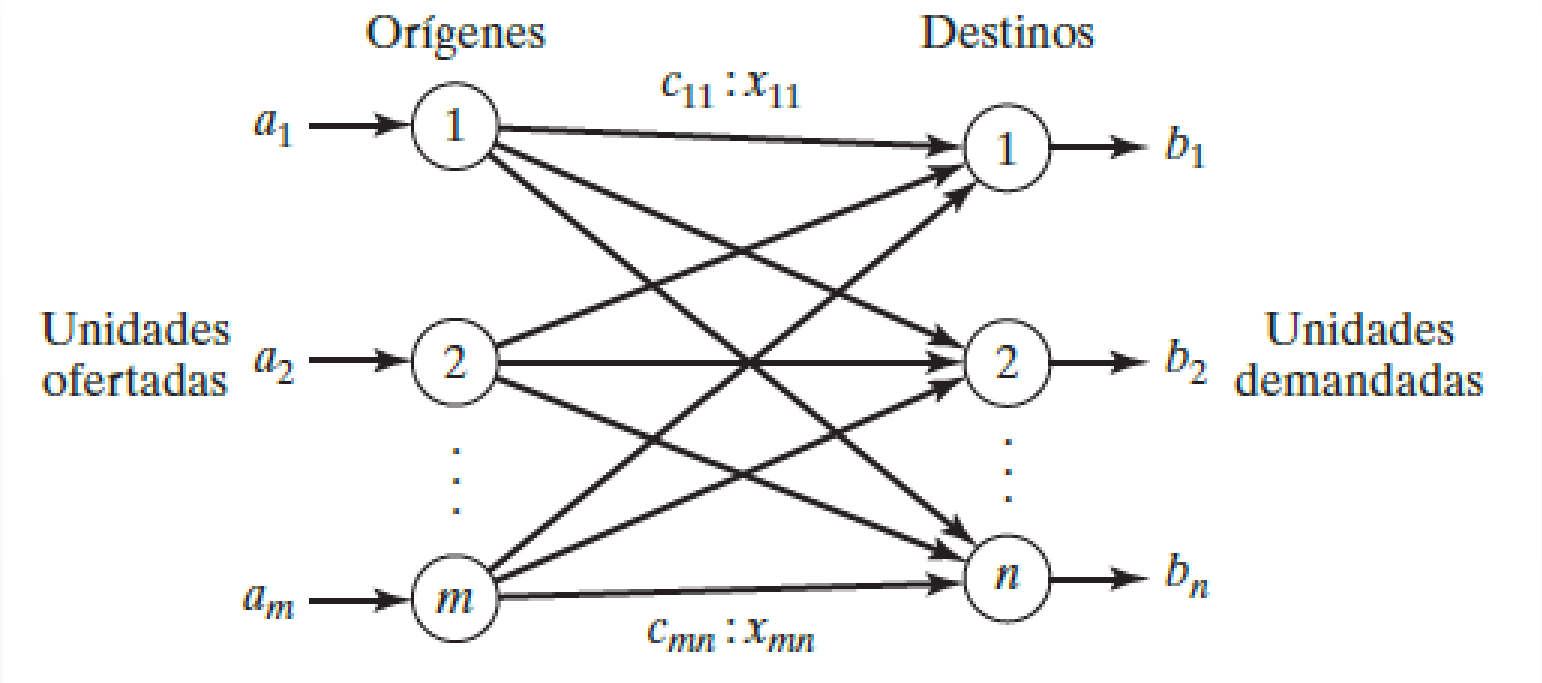
# METODOS DE TRANSPORTE

- El problema de transporte está enfocado principalmente para determinar la manera óptima de transportar bienes de un punto de destino a un punto de origen, optimizando los recursos y encontrando el costo mas bajo.
- El objetivo principal de los modelos de transporte es la minimización de los costos totales al enviar un producto desde el punto o puntos de origen, hasta el punto o puntos de destino.

# CONDICIONES DE LOS METODOS DE TRANSPORTE

- **Bajo las siguiente premisas:**
- La función objetivo y las restricciones deben ser lineales.
- Las mercancías para distribuir deben ser uniformes.
- La suma de la capacidad de todos los orígenes. deben ser iguales a la capacidad de los destinos; es decir oferta igual a demanda.
- El embarque total de cada punto de origen no debe exceder su capacidad.
- El embarque total recibido por punto de demanda debe satisfacer sus requerimientos.

# METODOS DE TRANSPORTE



# MODELOS DE TRANSPORTE

Existen los siguientes métodos de resolución:

- Método de la esquina Noroeste
- Método de Aproximación de Vogel
- Método de Pasos Secuenciales
- Método de Distribución Modificada

# MÉTODO DE LA ESQUINA NOROESTE

# METODO DE ESQUINA NOROESTE

- Es un método que permite encontrar una solución inicial (sbf), una vez que se tenga la tabla del modelo de transporte balanceado o “equilibrado”, es decir la oferta es igual a la demanda.

- Este método es uno de los mas sencillos para encontrar una solución inicial factible. Sin embargo es considerado uno de los métodos menos probables para obtener una buena solución de “bajo costo” porque ignora la magnitud relativa de los costos.

# MÉTODO DE LA ESQUINA NOROESTE

- El **método de la esquina Noroeste** es un algoritmo heurístico capaz de solucionar problemas de transporte o distribución, mediante la consecución de una solución básica inicial que satisfaga todas las restricciones existentes, sin que esto implique que se alcance el costo óptimo total.
- Este método tiene como ventaja frente a sus similares, la rapidez de su ejecución, y es utilizado con mayor frecuencia en ejercicios donde el número de fuentes y destinos sea muy elevado.
- Su nombre se debe al génesis del algoritmo, el cual inicia en la ruta, celda o esquina Noroeste. Es común encontrar gran variedad de métodos que se basen en la misma metodología de la esquina Noroeste.

# ALGORITMO DE RESOLUCIÓN

- Se parte por esbozar en forma matricial el problema, es decir, filas que representen fuentes y columnas que representen destinos, luego el algoritmo debe de iniciar en la celda, ruta o esquina Noroeste de la tabla (esquina superior izquierda).

| | DESTINOS | | | |
|---|---|---|---|---|
| FUENTES | Esquina Noroeste | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

# PASOS DEL METODO DE LA ESQUINA NOROESTE

- PASO 1:

En la celda seleccionada como esquina Noroeste se debe asignar la máxima cantidad de unidades posibles, cantidad que se ve restringida ya sea por las restricciones de oferta o de demanda. En este mismo paso se procede a ajustar la oferta y demanda de la fila y columna afectada, restándole la cantidad asignada a la celda.

- PASO 2:

En este paso se procede a eliminar la fila o destino cuya oferta o demanda sea 0 después del "Paso 1", si dado el caso ambas son cero arbitrariamente se elige cual eliminar y la restante se deja con demanda u oferta cero (0) según sea el caso.

# PASOS DEL METODO DE LA ESQUINA NOROESTE

- PASO 3:

Una vez en este paso existen dos posibilidades, la primera que quede un solo renglón o columna, si este es el caso se ha llegado al final el método, "detenerse".

La segunda es que quede más de un renglón o columna, si este es el caso iniciar nuevamente el "Paso 1".

# EJEMPLO

- La Able Company tiene 3 plantas cada una de las cuales puede fabricar los 3 productos de la compañía. Los precios de venta son independiente de la planta de origen, pero los costos variables difieren debido a las distintas edades de la maquinaria y a los costos de la mano de obra. La Able Company quiere saber qué cantidad de cada producto debe fabricarse en cada planta.

| Planta | Capacidad | Producto | Demanda |
|---|---|---|---|
| 1 | 500 | Estándar | 1500 |
| 2 | 3000 | De lujo | 2000 |
| 3 | 3500 | De super lujo | 2500 |

# EJEMPLO

Costo por demanda del producto

| Planta | Capacidad | Producto | Demanda |
|---|---|---|---|
| 1 | 500 | Estándar | 1500 |
| 2 | 3000 | De lujo | 2000 |
| 3 | 3500 | De super lujo | 2500 |

Costo por producto y planta

| Planta | Estándar | De lujo | De super lujo |
|---|---|---|---|
| 1 | $4 | $7 | $5 |
| 2 | 6 | 8 | 7 |
| 3 | 5 | 4 | 4 |

# SOLUCIÓN

| | Estándar | De Lujo | Super lujo | Oferta |
|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | $7 | $5 | 500 |
| Planta 2 | 6 | 8 | 7 | 3000 |
| Planta 3 | 5 | 4 | 4 | 3500 |
| Demanda | 1500 | 2000 | 2500 | |

Oferta= 500+3000+3500=7000
Demanda=1500+2000+2500=6000

# SOLUCIÓN

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta |
|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | $7 | $5 | ----- | 500 |
| Planta 2 | 6 | 8 | 7 | ----- | 3000 |
| Planta 3 | 5 | 4 | 4 | ----- | 3500 |
| Demanda | 1500 | 2000 | 2500 | 1000 | |

# SOLUCIÓN

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta |
|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | 500 | | | | 500 |
| Planta 2 | | | | | 3000 |
| Planta 3 | | | | | 3500 |
| Demanda | 1500 | 2000 | 2500 | 1000 | |

# SOLUCIÓN

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta |
|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | 500 | | | | 0 |
| Planta 2 | 1000 | | | | 2000 |
| Planta 3 | | | | | 3500 |
| Demanda | 1000 | 2000 | 2500 | 1000 | |

# SOLUCIÓN

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta |
|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | 500 | | | | 0 |
| Planta 2 | 1000 | 2000 | | | 2000 |
| Planta 3 | | | | | 3500 |
| Demanda | 0 | 2000 | 2500 | 1000 | |

# SOLUCIÓN

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta |
|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | 500 | | | ----- | 0 |
| Planta 2 | 1000 | 2000 | | ----- | 0 |
| Planta 3 | | | 2500 | ----- | 3150000 |
| Demanda | 0 | 0 | 2500 | 1000 | |

# SOLUCIÓN

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta |
|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | 500 **$4** | | | | 0 |
| Planta 2 | 1000 **$6** | 2000 **$8** | | | 0 |
| Planta 3 | | | 2500 **$4** | 1000 | 1000 |
| Demanda | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Al cubrirse la totalidad de demandas y oferta se llega a una solución básica inicial, sin embargo no es óptima

Costo inicial =
500(4)+1000(6)+2000(8)+2500(4)=$34000

# EJEMPLO

- Una empresa energética colombiana dispone de cuatro plantas de generación para satisfacer la demanda diaria eléctrica en cuatro ciudades, Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla. Las plantas 1,2,3 y 4 pueden satisfacer 80, 30, 60 y 45 millones de KW al día respectivamente. Las necesidades de las ciudades de Cali, Bogotá, Medellín y Barranquilla son de 70, 40, 70 y 35 millones de Kw al día respectivamente.
- Los costos asociados al envío de suministro energético por cada millón de KW entre cada planta y cada ciudad son los registrados en la siguiente

| | Cali | Bogotá | Medellín | Barranquilla |
|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | 5 | 2 | 7 | 3 |
| Planta 2 | 3 | 6 | 6 | 1 |
| Planta 3 | 6 | 1 | 2 | 4 |
| Planta 4 | 4 | 3 | 6 | 6 |

# EJEMPLO

- Una tienda de departamento quiere comprar las siguientes cantidades de vestidos de mujer:

| Tipo de vestido | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Cantidad | 60 | 25 | 30 |

- Tres diferentes fabricantes someten propuestas para proveer no más de las cantidades que aparecen a continuación (todos los tipos de vestidos combinados)

| Fabricante | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| Cantidad | 100 | 15 | 40 |

- La tienda estima que los costos unitarios de cada prenda son:

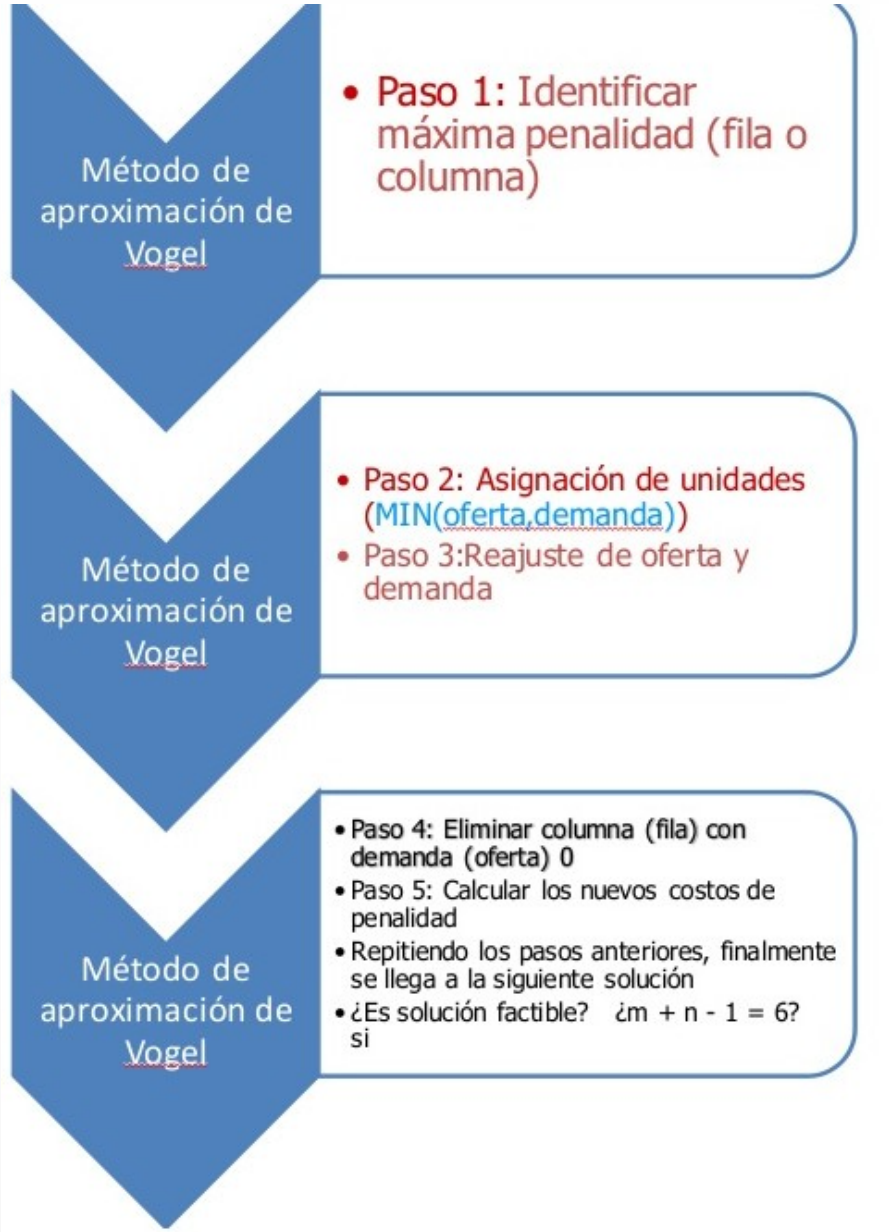
| Fábrica \| Vestidos | A | B | C |
|---|---|---|---|
| X | $11 | $14 | $17 |
| Y | $12 | $13 | $18 |
| Z | $10 | $14 | $19 |

# METODO DE VOGEL

Este es un método heurístico que proporciona un a mejor solución inicial en comparación con los dos métodos anteriores, ya que genera una solución inicial óptima o cercana al mismo.

# METODO DE VOGEL

Procedimiento para su solución:



# Ejemplo de aplicación

Continuando con el ejemplo de La Able Company, una vez obtenida la tabla inicial balanceada, se obtienen las penalidades para cada fila y columna.

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta |
|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | $7 | $5 | ----- | 500 |
| Planta 2 | 6 | 8 | 7 | ----- | 3000 |
| Planta 3 | 5 | 4 | 4 | ----- | 3500 |
| Demanda | 1500 | 2000 | 2500 | 1000 | |

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | $7 | $5 | ----- | 500 | 5-4=1 |
| Planta 2 | 6 | 8 | 7 | ----- | 3000 | 7-6=1 |
| Planta 3 | 5 | 4 | 4 | ----- | 3500 | 4-4=0 |
| Demanda | 1500 | 2000 | 2500 | 1000 | | |

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | $7 | $5 | ----- | 500 | 5-4=1 |
| Planta 2 | 6 | 8 | 7 | ----- | 3000 | 7-6=1 |
| Planta 3 | 5 | 4 | 4 | ----- | 3500 | 4-4=0 |
| Demanda | 1500 | 2000 | 2500 | 1000 | | |
| Penalización | 5-4=1 | 7-4=3 | 5-4=1 | | | |

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | $7 | $5 | ----- | 500 | 5-4=1 |
| Planta 2 | 6 | 8 | 7 | ----- | 3000 | 7-6=1 |
| Planta 3 | 5 | 4 | 4 | ----- | 3500 | 4-4=0 |
| Demanda | 1500 | 2000 | 2500 | 1000 | | |
| Penalización | 5-4=1 | 7-4=3 | 5-4=1 | | | |

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | $7 | $5 | ----- | 500 | 5-4=1 |
| Planta 2 | 6 | 8 | 7 | ----- | 3000 | 7-6=1 |
| Planta 3 | 5 | 4 | 4 | | 1500 | 4-4=0 |
| Demanda | 1500 | 2000 | 2500 | 1000 | | |
| Penalización | 5-4=1 | 7-4=3 | 5-4=1 | | | |

2000

3500

0

Al agotarse la demanda de la columna 3, se eliminan los costos y se recalculan las penalizaciones.

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | | $5 | ----- | 500 | 5-4=1 |
| Planta 2 | 6 | | 7 | ----- | 3000 | 7-6=1 |
| Planta 3 | 5 | 4<br>2000 | 4 | ----- | 1500 | 5-4=1 |
| Demanda | 1500 | | 2500 | 1000 | | |
| Penalización | | | | | | |

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | | $5 | --- | 500 | 5-4=1 |
| Planta 2 | 6 | | 7 | ----- | 3000 | 7-6=1 |
| Planta 3 | 5 | 4<br>2000 | 4 | --- | 1500 | 5-4=1 |
| Demanda | 1500 | | 2500 | 1000 | | |
| Penalización | 5-4=1 | | 5-4=1 | | | |

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | | $5 | ----- | 500 | 5-4=1 |
| Planta 2 | 6 | | 7 | ----- | 3000 | 7-6=1 |
| Planta 3 | 5 | 4<br>2000 | 4 | ---- | 1500 | 5-4=1 |
| Demanda | 1500 | | 2500 | 1000 | | |
| Penalización | 5-4=1 | | 5-4=1 | | | |

Al ser todas las penalizaciones iguales, se selecciona el costo menor fila o columna

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | | $5 | ----- | 500 | 5-4=1 |
| Planta 2 | 6 | | 7 | ----- | 3000 | 7-6=1 |
| Planta 3 | 5 | 4<br>2000 | 4<br>1500 | | 1500 | 4-4=0 |
| Demanda | 1500 | | 1000 | 1000 | | |
| Penalización | 6-4=2 | | 7-5=2 | | | |

Se vuelven a recalcular las penalizaciones en las celdas restantes

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4 | | $5 | ----- | 500 | 5-4=1 |
| Planta 2 | 6 | | 7 | ----- | 3000 | 7-6=1 |
| Planta 3 | | 4<br>2000 | 4<br>1500 | ----- | | |
| Demanda | 1500 | | 1000 | 1000 | | |
| Penalización | 6-4=2 | | 7-5=2 | | | |

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4<br>500 | | 5 | ----- | 500 | 5-4=1 |
| Planta 2 | 6 | | 7 | ----- | 3000 | 7-6=1 |
| Planta 3 | | 4<br>2000 | 4<br>1500 | ----- | | |
| Demanda | 1000 | | 1000 | 1000 | | |
| Penalización | 6-4=2 | | 7-5=2 | | | |

Como únicamente quedan dos opciones se cubre la demanda

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4<br>500 | | | ----- | | |
| Planta 2 | 6<br>1000 | | 7 | ----- | 3000 | |
| Planta 3 | | 4<br>2000 | 4<br>1500 | ----- | | |
| Demanda | 1000 | | 1000 | 1000 | | |
| Penalización | | | | | | |

# EJEMPLO

| | Estándar | Lujo | Super Lujo | Ficticia | Oferta | Penalización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | $4<br>500 | | | ----- | | |
| Planta 2 | 6<br>1000 | | 7<br>1000 | ----- | 1000 | |
| Planta 3 | | 4<br>2000 | 4<br>1500 | ----- | | |
| Demanda | | | 1000 | 1000 | | |
| Penalización | | | | | | |

Costo inicial=4(500)+6(1000)+4(2000)+7(1000)+4(1500)=$29000

# EJEMPLO

- Una tienda de departamento quiere comprar las siguientes cantidades de vestidos de mujer:

| Tipo de vestido | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Cantidad | 60 | 25 | 30 |

- Tres diferentes fabricantes someten propuestas para proveer no más de las cantidades que aparecen a continuación (todos los tipos de vestidos combinados)

| Fabricante | X | Y | Z |
|---|---|---|---|
| Cantidad | 100 | 15 | 40 |

- La tienda estima que los costos unitarios de cada prenda son:

| Fábrica \| Vestidos | A | B | C |
|---|---|---|---|
| X | $11 | $14 | $17 |
| Y | $12 | $13 | $18 |
| Z | $10 | $14 | $19 |

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

Este método comienza con una solución inicial factible.

Para determinar si la solución es factible se realiza el siguiente análisis

**Numero de filas + Numero de columnas-1 ≤ casillas llenas**

Si no se cumple con esta condición es un **Solución degenerada**

En cada paso se intenta enviar artículos por una ruta ***que no se haya usado*** en la solución factible actual, en tanto se elimina una ruta usada actualmente.

En cada cambio de ruta debe cumplirse que:

- 1. La solución siga siendo factible y
- 2. Que mejore el valor de la función objetivo

El procedimiento termina cuando no hay cambio de rutas que mejoren el valor de la función

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

- Usar la solución actual (MEN, MAV o MCM) para crear una trayectoria única del paso secuencial. Usar estas trayectorias para calcular el costo marginal de introducir a la solución cada ruta no usada.

**Paso 1:** Empezamos por asignar valores en la parte superior de la tabla. Estos valores al sumarse entre si deben dar como resultado el valor del costo principal de la celda (Celdas llenas)

- Iniciamos dando un “0” a cualquier fila o columna que posea el valor hallado en el método usado
- Una vez asignados todos los valores pasamos al siguiente paso:

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

PASO 2: Una vez asignados todos los valores, lo que haremos es calcular en las **celdas vacías** el valor dado por la formula:

- Si todos los valores de  son negativos la solución es **Optima.** En caso contrario el valor, se selecciona el valor mas positivo para reasignar la oferta.

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

Paso 3:

a) Ponga un signo + en la celda de interés no ocupada

b) Ponga un signo - en una celda usada de la misma fila

c) Ponga un + en una celda usada de la misma columna

El proceso continúa alternando los signos + y - tanto en las filas como en las columnas hasta que se obtenga una sucesión de celdas (***trayectoria***) que satisfagan dos condiciones

1. Hay un signo + en la celda desocupada original de interés, y
2. Cualquier fila o columna que tenga un signo + debe tener también un signo - y viceversa

Se observa las cantidades asignada con el signo **(-)** y de ellas se toma el mínimo a fin de reasignar el valor

Y este valor se suma y se resta al circuito.

# Método de pasos secuenciales (cont..)

**Algoritmo** Paso 1

*Solución básica factible obtenida aplicando el método de la Esquina Noroeste*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 1 | 6 | -1 | |
| | | A | B | C | D | Oferta |
| 0 | I | 3 (40) | 1 (10) | 4 | 5 | 50 |
| 2 | II | 7 | 3 (45) | 8 (5) | 6 | 50 |
| 3 | III | 2 | 3 | 9 (55) | 2 (20) | 75 |
| | Demanda | 40 | 55 | 60 | 20 | 175 |

$$Z = 840$$

**Numero de filas + Numero de columnas-1 ≤ casillas llenas**

**3 + 4-1 ≤ 6**

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

| | | -1 | 1 | 6 | -1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | Oferta |
| 0 | I | 3 | 1<br>50 | 4 | 5 | 50 |
| 2 | II | 7 | 3<br>5 | 8<br>45 | 6 | 50 |
| 3 | III | 2<br>40 | 3 | 9<br>15 | 2<br>20 | 75 |
| | Demanda | 40 | 55 | 60 | 20 | 175 |

$$Z = 680$$

**3 + 4-1 ≤ 6**

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

| | | -3 | 1 | 4 | -3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | Oferta |
| 0 | I | 3 | 1<br>- 5 | 4<br>+ 45 | 5 | 50 |
| 2 | II | 7 | 3<br>50 | 8 | 6 | 50 |
| 5 | III | 2<br>40 | 3<br>+ | 9<br>- 15 | 2<br>20 | 75 |
| | Demanda | 40 | 55 | 60 | 20 | 175 |

590

**3 + 4-1 ≤ 6**

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

| | | -3 | -2 | 4 | -3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | Oferta |
| 0 | I | 3 | 1 | 4<br>50 | 5 | 50 |
| 5 | II | 7 | 3<br>50 | 8 | 6 | 50 |
| 5 | III | 2<br>40 | 3<br>5 | 9<br>10 | 2<br>20 | 75 |
| | Demanda | 40 | 55 | 60 | 20 | 175 |

575

**3 + 4-1 ≤ 6**

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

| | | -2 | -1 | 4 | -2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | Oferta |
| 0 | I | 3 | 1 | 4<br>50 | 5 | 50 |
| 4 | II | 7 | 3<br>40 | 8<br>10 | 6 | 50 |
| 4 | III | 2<br>40 | 3<br>15 | 9 | 2<br>20 | 75 |
| | Demanda | 40 | 55 | 60 | 20 | 175 |

565

**3 + 4-1 ≤ 6**

# METODO DEGENERADOS

Este método comienza con una solución inicial factible.

Para determinar si la solución es factible se realiza el siguiente análisis

**Numero de filas + Numero de columnas-1 ≤ casillas llenas**

Si no se cumple con esta condición es un **Solución degenerada**

- Si la solución es degenerada se rellena cualquier casilla vacía con “e” (épsilon)

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

| | | 10 | 0 | 2 | 13 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | Oferta |
| 0 | 1 | 10<br>5 | 0<br>10 | 20 | 11 | 15 |
| 7 | 2 | 12 | 7<br>5 | 9<br>15 | 20<br>5 | 25 |
| 5 | 3 | 0 | 14<br>+ | 10<br>- | 18<br>5 | 5 |
| | Demanda | 5 | 15 | 15 | 10 | 175 |

565

**3 + 4-1 ≤ 6**

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

| | | 5 | 0 | 2 | 13 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | Oferta |
| 0 | 1 | 10 | 0<br>15 | 20 | 11 | 15 |
| 7 | 2 | 12<br>e | 7<br>e | 9<br>15 | 20<br>10 | 25 |
| -5 | 3 | 0<br>5 | 14 | 10 | 18 | 5 |
| | Demanda | 5 | 15 | 15 | 10 | 175 |

565

-18

**3 + 4-1 ≤ 4 NO**

**ES DEGENERADO**

**El épsilon se coloca en cualquier posición y se considera que tiene material**

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

| | | 5 | 0 | 2 | 13 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | Oferta |
| 0 | 1 | 10 | 0<br>15 | 20 | 11 | 15 |
| 7 | 2 | 12<br>e | 7<br>e | 9<br>15 | 20<br>10 | 25 |
| -5 | 3 | 0<br>5 | 14 | 10 | 18 | 5 |
| | Demanda | 5 | 15 | 15 | 10 | 175 |

565

-18

**3 + 4-1 ≤ 4 NO**

**ES DEGENERADO**

**El épsilon se coloca en cualquier posición y se considera que tiene material**

# METODO DE PASOS SECUENCIALES

| | | 5 | 0 | 2 | 11 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | Oferta |
| 0 | 1 | 10 | 0<br>5 | 20 | 11<br>10 | 15 |
| 7 | 2 | 12<br>e | 7<br>10 | 9<br>15 | 20 | 25 |
| -5 | 3 | 0<br>5 | 14 | 10 | 18 | 5 |
| | Demanda | 5 | 15 | 15 | 10 | 175 |

- -18